

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication:

0 082 045
A1

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(12)

(21) Numéro de dépôt: 82402185.1

(51) Int. Cl.³: G 01 S 3/78

(22) Date de dépôt: 30.11.82

(30) Priorité: 11.12.81 FR 8123211

(71) Demandeur: THOMSON-CSF, 173, Boulevard Haussmann, F-75379 Paris Cedex 08 (FR)

(43) Date de publication de la demande: 22.06.83
Bulletin 83/25

(72) Inventeur: de Corlieu, Guy, THOMSON-CSF
SCPI 173, bld Haussmann, F-75379 Paris Cedex 08 (FR)
Inventeur: Robin, Léon, THOMSON-CSF SCPI 173, bld Haussmann, F-75379 Paris Cedex 08 (FR)
Inventeur: Malard, Marcel, THOMSON-CSF SCPI 173, bld Haussmann, F-75379 Paris Cedex 08 (FR)

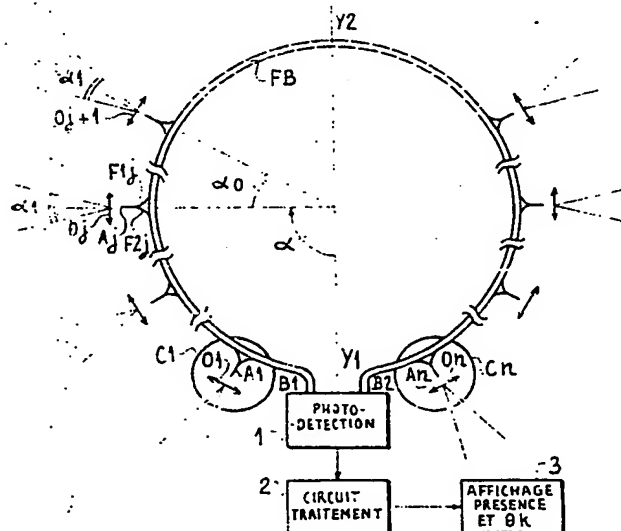
(84) Etats contractants désignés: DE GB IT NL

(74) Mandataire: Trocellier, Roger et al, THOMSON-CSF SCPI 173, Bld Haussmann, F-75379 Paris Cedex 08 (FR)

(54) Dispositif de localisation d'illuminateurs directs, utilisable pour la détection panoramique de sources lasers.

(57) Dispositif permettant de localiser des lasers en utilisant un système passif, discret, de réalisation simple et de haute efficacité.

Il comporte une pluralité de capteurs (C1, ... Cn) pour couvrir un champ d'observation en gisement, les capteurs étant répartis régulièrement et dotés chacun d'une optique réceptrice (Oj) et d'un coupleur bidirectionnel à une ligne optique (FB) reliée par ses extrémités (B1, B2) à un dispositif photodétecteur 1, en sorte de produire deux chemins optiques allant du capteur aux dites extrémités, ces chemins ayant des longueurs différentes et les différences de trajet étant distinctes pour tous les capteurs. Le décalage temporel des signaux détectés permet ainsi d'identifier le capteur et se faisant, de localiser angulairement le rayonnement incident détecté.



EP 0 082 045 A1

La Fig. 3 représente un schéma correspondant. La ligne bus FB est avantageusement réalisée en conducteur optique monofibre pour réduire les pertes. Le coupleur est interposé sur cette ligne et est formé d'un élément de ligne principal FB12 de forte section pour assurer la continuité optique de la liaison FB entre les extrémités FB1 et FB2 du bus optique, et des deux éléments F1j et F2j allant du bus vers l'extrémité Aj au foyer de l'optique réceptrice Oj. Les éléments F1j et F2j sont façonnés en sorte de présenter une section réduite coté extrémité du bus pour réduire les pertes d'insertion des coupleurs, et de manière à se trouver accolées à la fibre FB12 ; les deux fibres accolées FB12 et F1j ou FB12 et F2j présentent une forme et une section totale correspondant à la section terminale de la ligne bus en FB1 et FB2 ; elles peuvent être accolées selon une corde. De même, le façonnage coté extrémité réceptrice Aj est réalisé pour accoler et regrouper les deux fibres semblables F1j et F2j dans le plan focal. Les techniques de façonnage d'extrémité de fibre sont indiquées dans le brevet précité. Par souci de simplification, les gaines entourant le coeur des différentes fibres FB1, FB2, FB12, F1j et F2j n'ont pas été figurées. Les éléments CP1 et CP2 symbolisent des montages mécaniques assurant le couplage optique des extrémités de fibres en regard ; l'élément CP3 est une pièce d'assemblage des extrémités des deux fibres F1j et F2j. Il est entendu que le mode de réalisation de la Fig. 3 est donné à titre d'exemple non limitatif et que les coupleurs C1 à Cn peuvent être exécutés selon d'autres techniques connues relatives à des coupleurs en T asymétriques.

Il y a lieu de remarquer que les angles de vue α_1 des optiques étant pris légèrement supérieur à la séparation angulaire α_0 des axes optiques, une même impulsion lumineuse pourra être injectée dans la fibre FB formant barre bus en deux points plus proches voisins Aj et Aj+1. On pourra d'autre part réaliser une logique déclenchant et arrêtant le comptage aboutissant à la mesure de ΔT pour traiter deux groupes de deux impulsions. Il s'en suit que la direction d'illumination pourra être estimée à un demi-quantum près soit $\alpha_0/2$.

L'étage photodétecteur 1 peut comporter une diode photoréceptrice à chaque extrémité B1 et B2 ou bien, les extrémités B1 et B2 de la fibre FB peuvent être regroupées et traitées au moyen d'une seule photodiode.

5 La Fig. 4 représente schématiquement une configuration possible à huit capteurs disposés à 45° les uns des autres. La représentation est linéaire comme dans le cas de la Fig. 2 pour montrer les
10 espacements entre les points successifs correspondant aux capteurs. Les valeurs indiquées satisfont aux conditions qui ont été énoncées précédemment. L'espacement le plus faible ΔL considéré est au
15 moins égal à ΔL_m . Cette valeur minimale ΔL satisfait en plus au temps nécessaire pour séparer deux impulsions entre elles, temps qui doit être choisi supérieur à la durée d'impulsion laser maximale τ_M prévisible et que l'on peut raisonnablement choisir égal à $1,2 \tau_M$.
Comme on peut s'en rendre compte, les longueurs de fibre séparant les capteurs successifs présentent plusieurs valeurs différentes allant de ΔL à $4\Delta L$; pour cette raison, les liaisons correspondantes sur le schéma de la Fig. 1 ont été représentées avec des interruptions.

20 Le diagramme de temps correspondant séparant les deux impulsions détectées en B1 et B2 est donné sur la Fig. 5. L'incrément de temps minimal ΔT_m qui sépare deux impulsions est égal à l'incrément de longueur ΔL du dispositif.

25 La Fig. 6 représente un exemple de réalisation de l'ensemble de traitement des signaux détectés. Ces signaux S1, issus de l'étage de photodétection 1, sont préamplifiés dans un circuit 11, filtrés dans un filtre passe-bas 12 et mis en forme dans un ensemble formé d'un comparateur à seuil 13 suivi d'un circuit monostable 14. La
30 durée monostable 14 est choisie inférieure à celle maximale τ_M de l'impulsion laser, par exemple égale à $\tau_M/2$. Les signaux S2 ainsi mis en forme sont ensuite traités dans un ensemble de circuits comportant principalement une horloge de synchronisation 15, deux compteurs 16 et 17, un décodeur 18, trois mémoires 19, 20 et 21 connectées en cascade selon un montage en pile, et un sommateur 22.

L'horloge 15 fournit des impulsions de durée $TH/2$ à la période TH , la durée $TH/2$ étant choisie voisine mais supérieure à la valeur τ_M . Dans le concept d'une réalisation selon la Fig. 4, le compteur 16 est prévu pour pouvoir compter au moins vingt et une impulsions d'horloge. Le compteur 17 est un compteur à quatre destiné à compter les deux ou quatre impulsions $S2$ attendues ; pour éviter l'accès à ce compteur d'impulsions parasites qui serait décalées d'une impulsion laser reçue d'un temps inférieur à la valeur ΔT_m correspondant à ΔL , les signaux $S2$ sont transmis au compteur 17 à travers une porte d'échantillonnage 23 constituée par un circuit ET-NON qui reçoit, par sa deuxième entrée, le signal d'horloge H . Lorsque l'état 21 est atteint par le compteur 16, le décodeur 18 commande la remise à zéro des deux compteurs 16 et 17 ainsi que d'un circuit 24 et il commande également le sommateur 22. Le circuit 24 peut consister en une bascule bistable pour commander le démarrage et l'arrêt des compteurs 16 et 17 ainsi que de l'horloge 15, celle-ci à travers une bascule RS 25 ; le démarrage est produit lors de la réception de la première impulsion $S2$ à travers la porte 23 ; l'arrêt résulte du rebasculage par la remise à zéro provenant de 18. Le compteur 17 commande lors de la réception de la deuxième impulsion laser, à travers un circuit de décodage et d'habilitation 26 et un circuit de transfert 27, le transfert du contenu du compteur 16 dans la mémoire 19. Ce contenu correspond à l'intervalle de temps ΔT à mesurer dans le cas où un seul capteur est activé par une émission laser. Dans le cas où deux capteurs voisins sont illuminés, la troisième et la quatrième impulsion $S2$ commandent, à travers les circuits 17, 26 et 27, deux autres transferts successifs de l'état de comptage du compteur 16 en sorte que finalement le premier état se retrouve dans la mémoire terminale 21, le second dans la mémoire intermédiaire 20 et le dernier dans la première mémoire 19. Le contenu de la mémoire 21 est soustrait de celui de la mémoire 20 dans le sommateur 22. Le résultat de la soustraction et le contenu de la mémoire 19 sont transférés à l'unité d'affichage 3 à travers un circuit de transfert 28.



Ce circuit de traitement permet de prendre en compte les signaux issus de deux capteurs adjacents et donc, d'interpoler un gisement à un demi-quantum près. Dans le cas où deux capteurs voisins sont activés, la première impulsion S2 reçue déclenche la mise en route de l'horloge 24, des compteurs 16 et 17 et la mise à zéro des mémoires 19 et 21 (à travers le décodeur 26). Les deuxième, troisième et quatrième impulsions suivantes déclenchent les transferts successifs de l'état du compteur 16 vers les mémoires 19 à 21 comme il a été indiqué. Le résultat de la soustraction en 22 est transféré ainsi que le contenu de la mémoire 19 vers l'affichage 3, et la remise à zéro des compteurs 16 et 17 et l'arrêt de ces circuits et de l'horloge 15 est effectué jusqu'au cycle de mesure suivant.

Dans le cas où un seul capteur est activé, la première impulsion S2 détectée déclenche de même la mise en route de l'horloge 24, des compteurs 16 et 17 et la remise à zéro des mémoires 19 à 21. La seconde impulsion déclenche le transfert de l'état du compteur 16 dans la mémoire 19. Le compteur 16 poursuit le comptage jusqu'à la valeur 21, ce dernier état provoquant le transfert du contenu de 19 vers l'affichage 3, le transfert des mémoires 20 et 21 vers le sommateur 22 dont le résultat est à l'évidence zéro et l'affichage en 3, la remise à zéro des compteurs 16 et 17 et l'arrêt des circuits 15, 16 et 17.

La Fig. 7 représente un deuxième mode de réalisation, préféré, d'un dispositif de location conforme à l'invention.

La solution décrite à l'aide de la Fig. 1 s'apparente à une barre bus optique couplant n capteurs optiques abonnés à un récepteur central à travers une fibre unique. Ce genre de montage présente un certain nombre d'inconvénients dont le principal résulte de réflexions parasites aux extrémités de la fibre. Les remèdes sont connus et efficaces mais peuvent entraîner une majoration notable du coût de l'appareil. Une réalisation conforme à la Fig. 7 permet de remédier à ces inconvénients sans accroissement notable du coût ; elle utilise de même la fonction ligne en retard des fibres optiques

pour obtenir l'adressage de chaque capteur. Dans cette version, chaque capteur optique est lié séparément à l'étage détecteur 1 par deux conducteurs à fibre de longueur différente. Les liaisons F_j, F'_j sont de préférence réalisées en monofibre pour réduire les pertes optiques.

Il y a lieu, comme précédemment, de respecter les conditions que les différences de longueur entre les deux trajets sont toutes différentes, la plus petite différence de trajet entre ces longueurs devant rester supérieure à la valeur ΔL_m elle-même étant supérieure ou au moins égale à $c \cdot \tau_M$, où τ_M est la durée d'impulsion laser maximale. En outre, si l'on appelle $F_1-F'_1, \dots, F_n-F'_n$ les fibres respectives des différents capteurs, toutes les fibres $F_1, F_2 \dots F_j \dots F_n$, ont la même longueur. La paire d'ordre j joignant l'optique O_j à la photodiode 1 sera telle que, la longueur de F_j diminuée de la longueur F'_j est égale à $j \cdot (m \cdot \Delta L)$ avec m entier et au moins égal à l'unité, par exemple, $m = 2$. De cette façon, la réponse de chacun des capteurs à une impulsion lumineuse tombant dans son champ de réception, est constituée de deux impulsions électriques. La Fig. 8 donne, à titre d'exemple, le diagramme des temps correspondant à un système de huit capteurs répartis régulièrement. Dans ces conditions, lorsqu'une impulsion lumineuse est reçue par deux capteurs adjacents, elle donne naissance, en sortie du détecteur 1 à un groupe de trois impulsions. On peut alors faire effectuer le traitement par un compteur de la façon suivante : la première impulsion reçue fait démarrer le comptage, la seconde provoque le transfert de l'état instantané du compteur vers une première mémoire, la troisième provoque l'arrêt du comptage, le transfert de l'état du compteur au moment de l'arrêt vers une seconde mémoire, enfin le contenu des deux mémoires est transféré à un affichage et le compteur remis à zéro. De cette façon on peut interpoler la direction du laser et obtenir un quantum de résolution égal à la moitié de l'angle α_0 que font les axes de capteurs optiques plus proches voisins.

Reprenant l'exemple du système à huit capteurs optiques et du diagramme des temps de la Fig. 8, la différence maximale de longueur atteinte pour la huitième paire est donnée par $\Delta L_M = 16 \cdot \Delta L_m$.

La Fig. 9 représente une réalisation des circuits de traitement 2 dans une version à huit capteurs du dispositif selon les Figs. 7 et 8. Cette réalisation reprend un certain nombre d'éléments du schéma précédent Fig. 6. Le nombre maximal d'impulsions à compter est de trois compte-tenu que les deux premières impulsions sont détectées simultanément, provenant de deux capteurs voisins. Le nombre maximal de période TH à compter est égal à huit pour un circuit d'horloge de période considérée par exemple égale à $2\Delta T_m$. En conséquence, le circuit comportera un compteur à 9 référencé 31 et un décodeur à 9 référencé 32. Sur réception de l'état 1 du compteur 17 correspondant à la détection d'une première impulsion à l'instant t_1 , un circuit logique de gestion 30 commande le démarrage de l'horloge 15 via la bascule 25, et des compteurs 17 et 31. Lorsque le compteur 17 passe à l'état 2 suite à réception d'une deuxième impulsion, sa sortie déclenche, via la logique 30, le transfert en mémoire 19 du contenu du compteur 31, ce contenu permettant d'identifier directement le capteur et l'angle α correspondant. Si le compteur 17 passe ensuite à l'état 3 (cas de deux capteurs voisins illuminés au cours d'un cycle de durée $8TH$), la sortie de celui-ci, via le circuit logique 30, va commander un nouveau transfert de l'état du compteur 31 en 19, le contenu de 19 étant transvasé dans la mémoire 20. En fin de cycle, lorsque le compteur 31 atteint la valeur prévue par le décodage, la sortie du décodeur 32 change d'état et déclenche via le circuit logique 30, l'arrêt du circuit horloge 15 et des compteurs 17 et 31, le transfert du contenu des mémoires 19 et 20 vers l'affichage en 3, puis la remise à zéro des compteurs 17 et 31 et des mémoires 19 et 20. Le circuit 30 peut être réalisé aisément à l'aide de circuits porte et décodeur d'état.

Utilisé pour la détection panoramique de sources lasers, le dispositif comporte les capteurs disposés régulièrement à $\alpha_0 = 2\pi/n$ l'un du suivant, en sorte de couvrir le champ complet en gisement. En outre, l'angle de vue α_1 des capteurs est, de préférence, choisi légèrement supérieur à cette valeur α_0 , le traitement étant conçu par une mesure à $\alpha_0/2$ près de la localisation des sources lasers comme il a été décrit.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de localisation d'illuminateurs directs, utilisant plusieurs capteurs de radiations lumineuses pour couvrir un champ d'observation déterminé selon des champs élémentaires successifs, les capteurs (C1 à Cn) comportant des moyens de réception optique (Oj) pour focaliser le rayonnement et le filtrer dans la bande exploitée, des moyens de photodétection (1) étant prévus pour détecter le rayonnement focalisé, le dispositif étant caractérisé en ce que chaque capteur (Cj) comporte deux conducteurs à fibres optiques (F1, F2) regroupés par une extrémité pour recevoir le rayonnement focalisé par une optique réceptrice (Oj) et le transmettre par leur autre extrémité couplée aux moyens de détection, les deux conducteurs n'étant pas de même longueur en sorte de produire des signaux détectés décalés et la différence de longueur présentée étant distincte pour chaque capteur en sorte que le décalage temporel (ΔT) des signaux identifie le capteur, les moyens de détection alimentant un circuit de traitement (2) procédant par comptage pour identifier le dit décalage temporel et consécutivement le champ élémentaire correspondant.

2. Dispositif de localisation selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque coupleur (Cj) est relié séparément par deux conducteurs de longueur différente (Fj, F'j) aux moyens de détection et qu'un premier de ces conducteurs (F1, F2, ...Fj ..., Fn) a la même longueur pour chaque capteur tandis que le deuxième conducteur (F'1, F'2, ...F'j ..., F'n) a une longueur différente pour chaque capteur.

3. Dispositif de localisation selon la revendication 2, caractérisé en ce que les conducteurs optiques (F1, ... Fn ; F'1 ... F'n) sont réalisés en monofibre et la différence de longueur entre le premier et le deuxième conducteur est égale à $j \cdot m\Delta L$, j correspondant au rang du capteur, les capteurs étant répartis angulairement, m étant un coefficient multiplicateur entier au moins égal à 1, et ΔL

representant un increment de longueur predeterminée choisi supérieur à $c \tau_M$ où c est la vitesse de la lumière et τ_M la durée maximale τ_M prévue d'impulsion laser.

5 4. Dispositif de localisation selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il utilise une liaison par fibre optique formant une ligne bus (FB) entre les dites deux extrémités, les capteurs étant répartis angulairement et comportant chacun un dispositif coupleur optique bidirectionnel à la ligne bus optique.

10 5. Dispositif de localisation selon la revendication 4, caractérisé en ce que la somme des longueurs des deux conducteurs (F1, F2) reliant chaque capteur aux dites extrémités de détection (B1, B2) correspond à la longueur (L) de la ligne bus optique (FB).

15 6. Dispositif de localisation selon la revendication 5, caractérisé en ce que les capteurs (C1 à Cn) sont interposés sur la ligne bus (FB) en sorte que la différence de parcours (ΔX_j) des deux trajets optiques à partir de chaque capteur sont différentes et que la différence la plus faible (ΔL_m) est prédéterminée supérieure à $c \tau_M$ où c est la vitesse de la lumière et τ_M la durée maximale prévue d'impulsion laser.

20 7. Dispositif de localisation selon la revendication 6, caractérisé en ce que la ligne bus optique (FB) est monofibre et les coupleurs bidirectionnels composés chacun d'un élément de fibre principal (FB12) interposé sur la ligne bus et de deux éléments de fibre (F1j, F2j) pour coupler l'optique réceptrice (Oj) du capteur à la
25 ligne bus, et à travers celle-ci, aux extrémités aboutissant aux moyens de détection.

30 8. Dispositif de localisation selon l'une quelconque des revendications précitées, utilisé pour exercer une couverture angulaire d'angle α_s en gisement, caractérisé en ce que les capteurs en nombre n sont répartis régulièrement en gisement formant un angle $\alpha_o = \alpha_s/n$ d'un capteur au suivant et que les angles de vue des optiques réceptrices présentent une même valeur α_1 , déterminée légèrement supérieure à la valeur α_o de séparation des capteurs pour permettre un chevauchement d'un capteur au suivant.

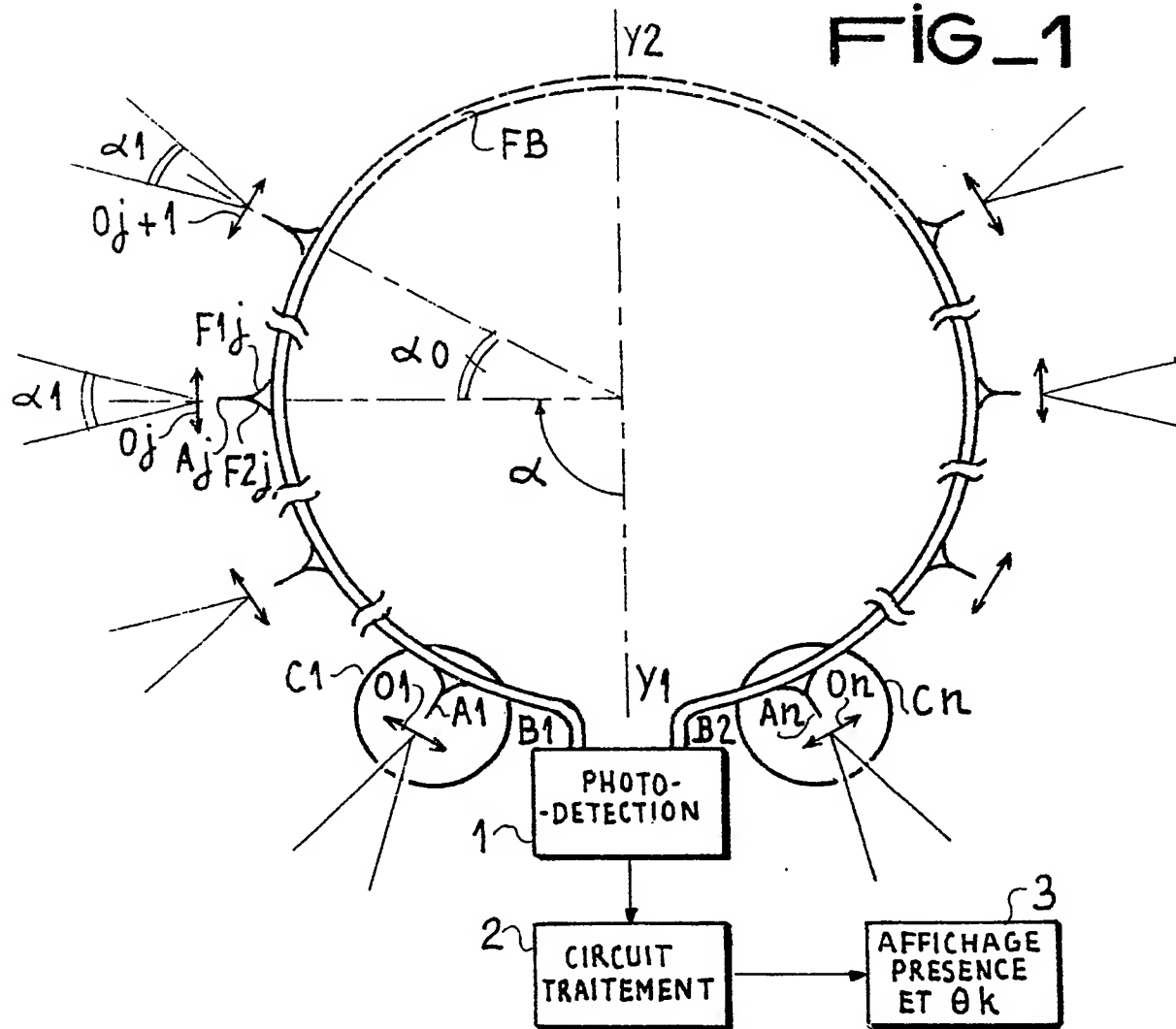
9. Dispositif de localisation selon la revendication 8, caractérisé en ce que le circuit de traitement (2) est déterminé pour obtenir la localisation angulaire à un demi-quantum près, le quantum de mesure représentant la valeur angulaire α_0 séparant deux capteurs successifs.

5

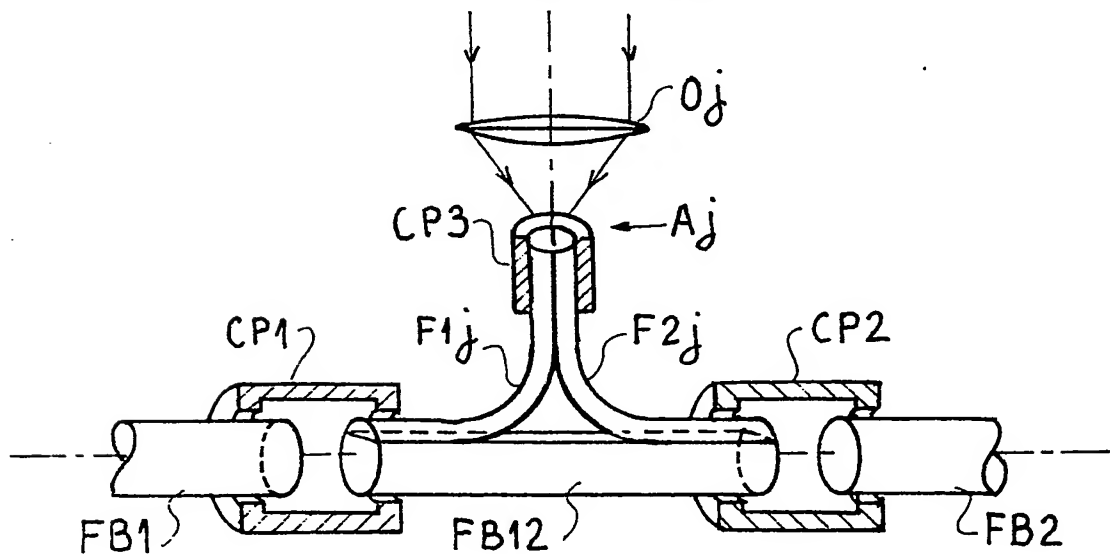
10. Utilisation d'un dispositif de localisation selon la revendication 8 ou 9, pour exercer une couverture panoramique en gisement, dans lequel les n capteurs sont répartis régulièrement en gisement formant un angle $\alpha_0 = 2\pi/n$ d'un capteur au suivant.

1/5

FIG_1

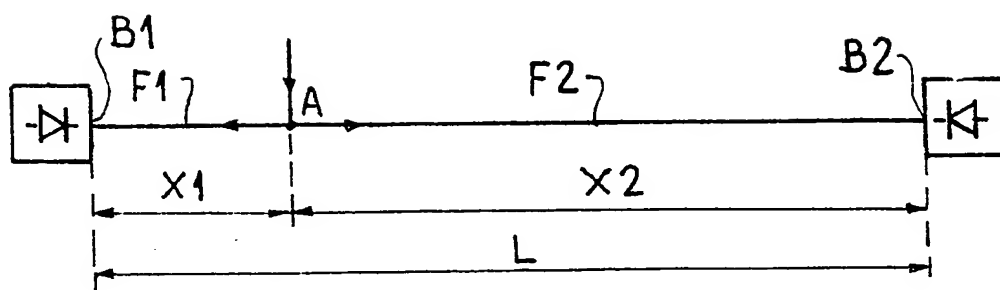


FIG_3

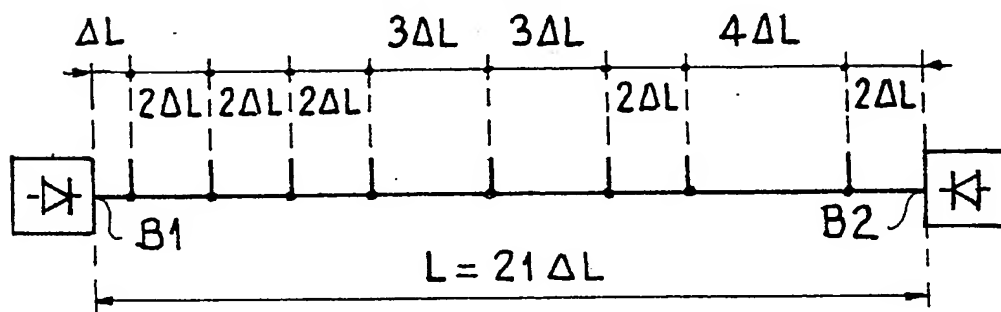


2/5

FIG_2



FIG_4



FIG_5

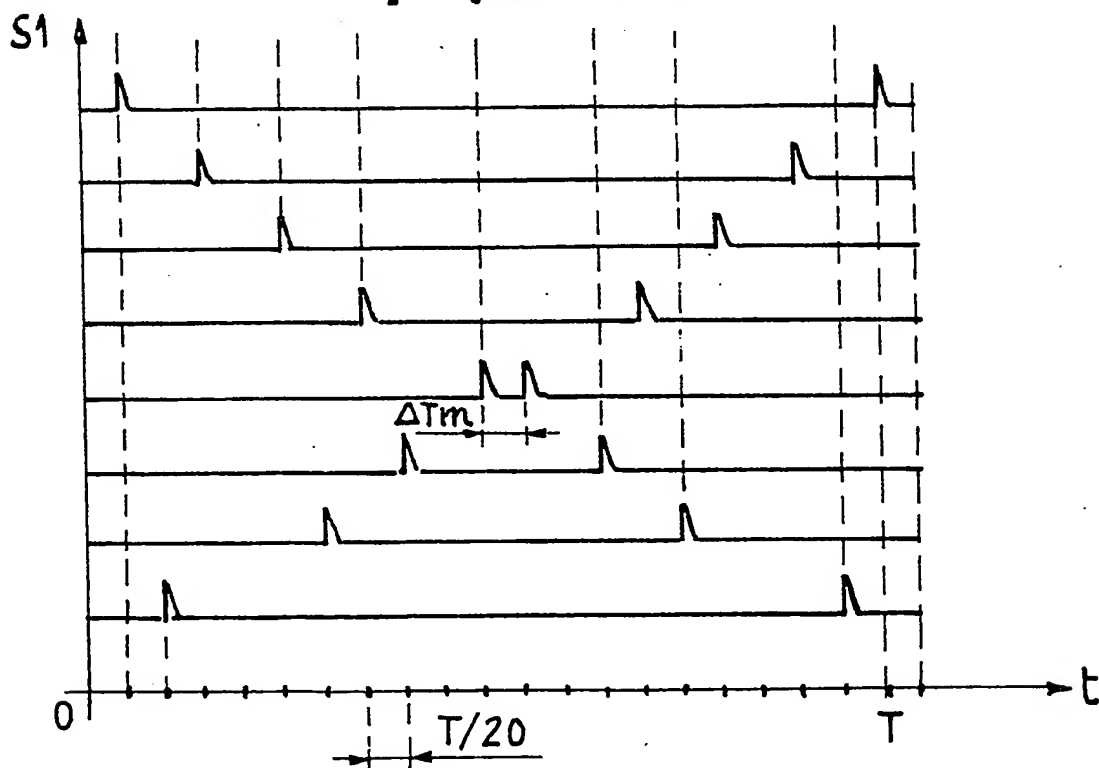
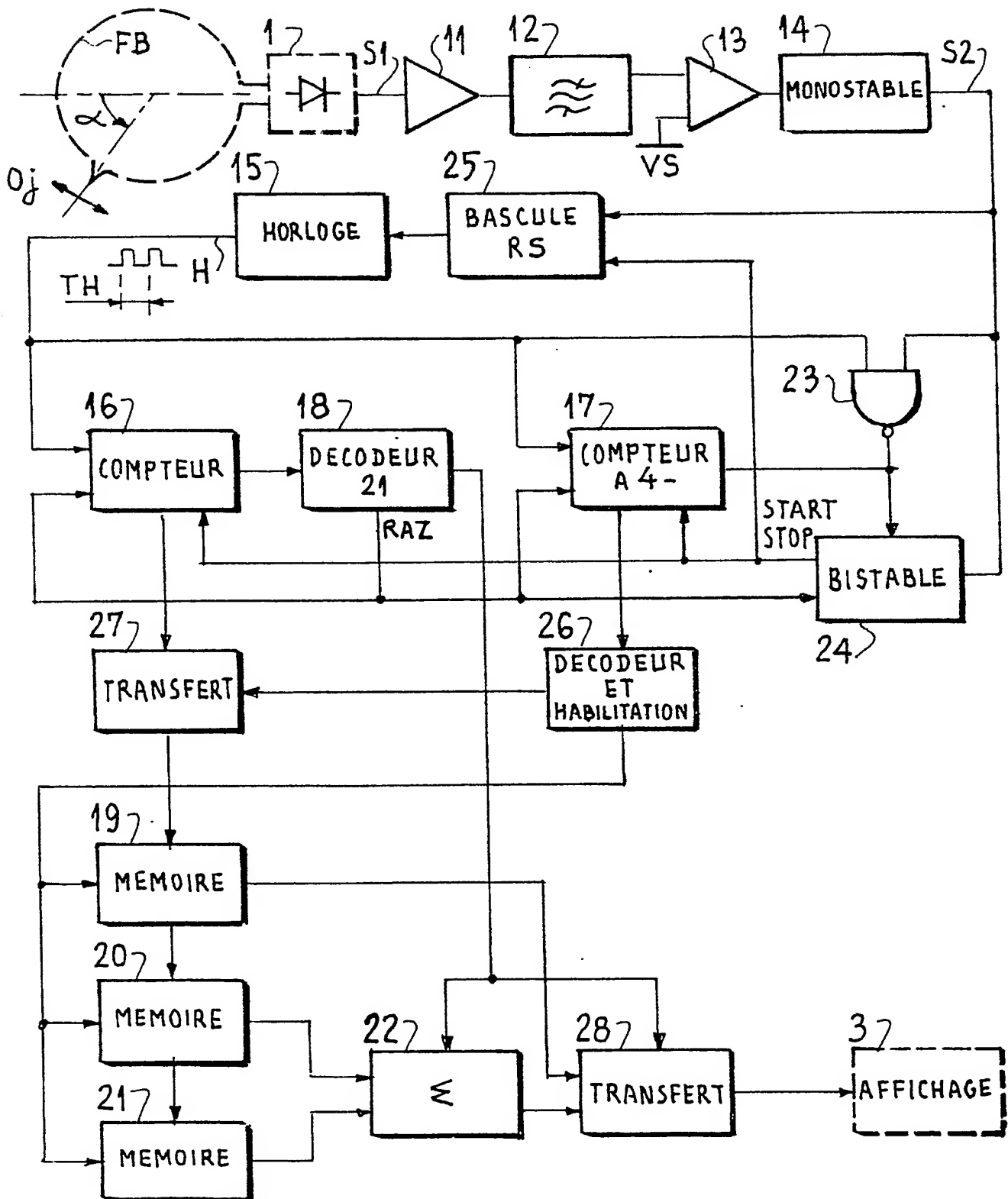


FIG. 6



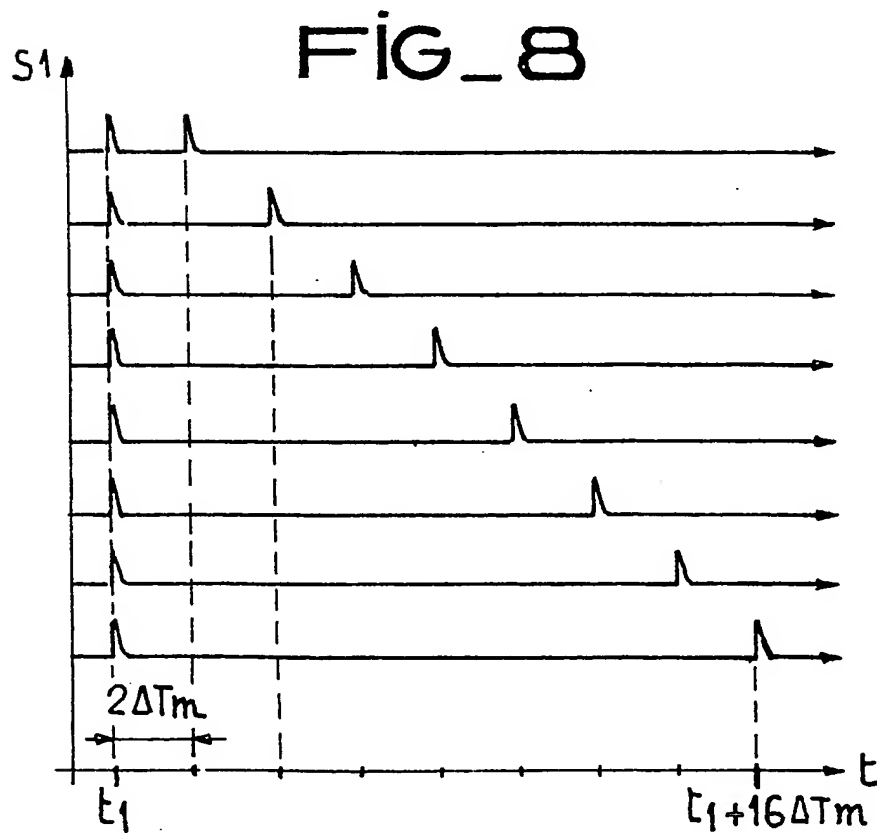
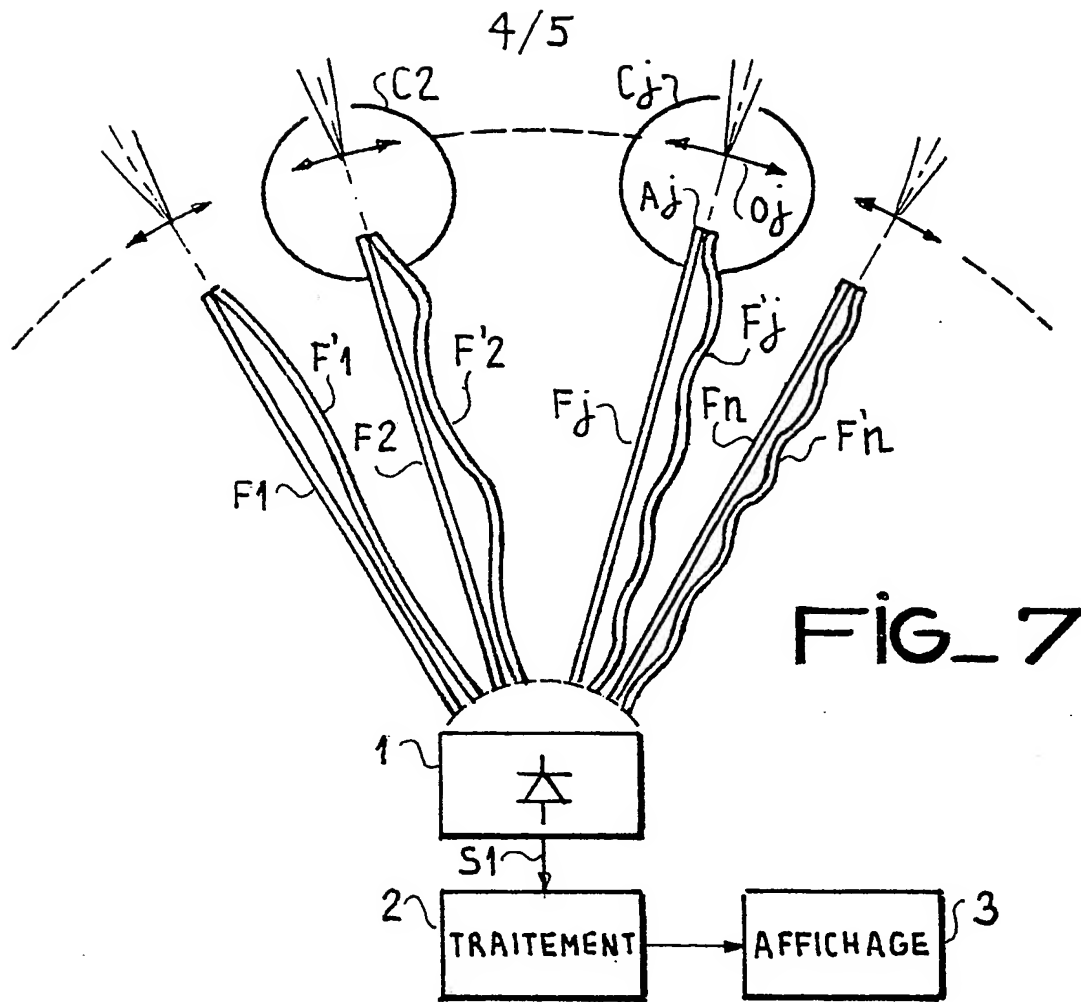
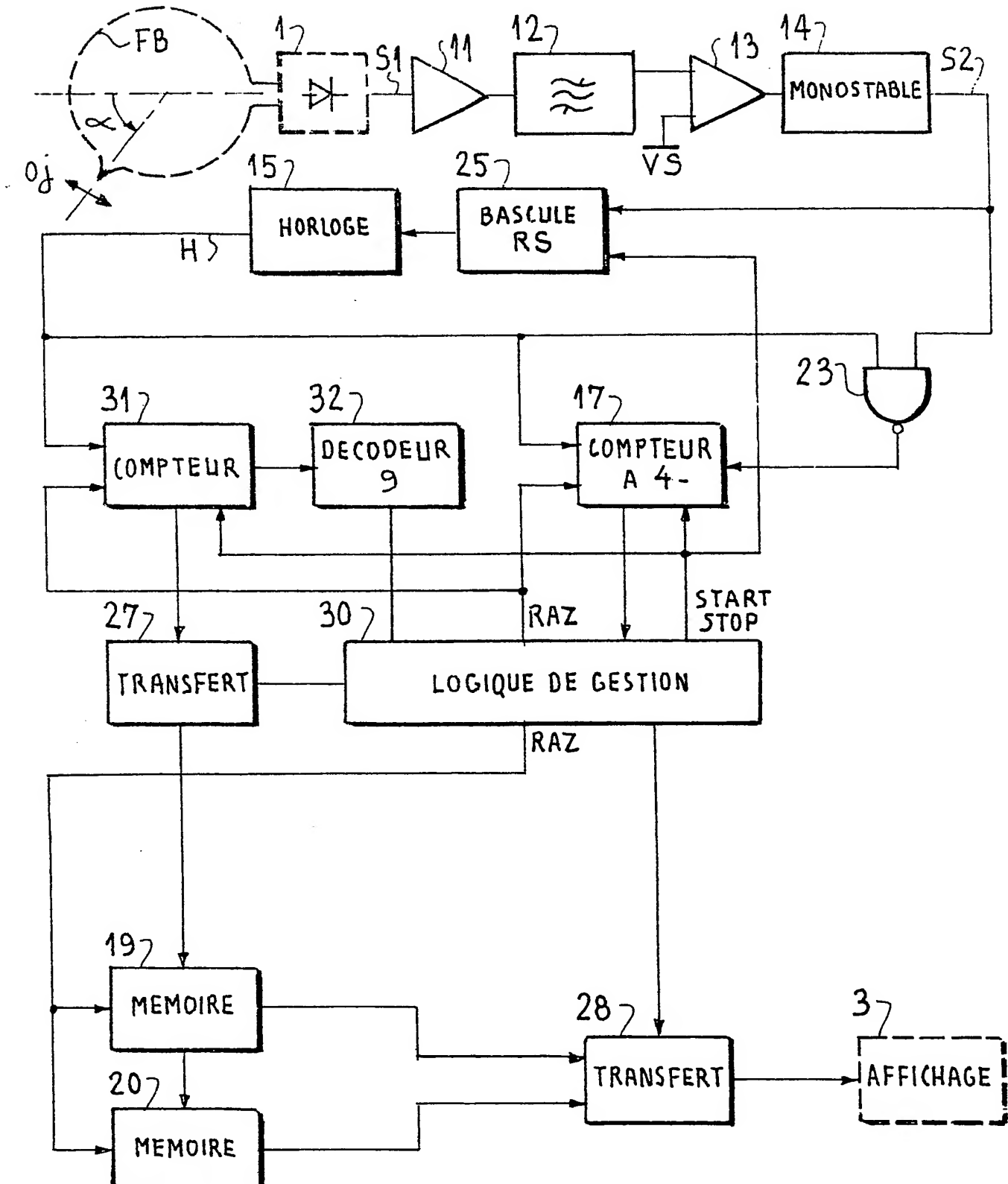


FIG 9





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0082045

Numéro de la demande

EP 82 40 2185

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 2)
A	EP-A-0 034 772 (COMPAGNIE INDUSTRIELLE DES LASERS) *Abrégé à la page de garde; figure 1*	1	G 01 S 3/78
A	GB-A-1 540 907 (STANARD TELEPHONES) *Page 2, lignes 46-85; page 3, lignes 21-27; figures 2-4, 11*	1	
A	US-A-4 128 759 (B.R.HUNT et al.) *Figure 4*	1	
A	DE-B-1 273 835 (J.SCHNEIDER) *Colonne 1, ligne 29 - colonne 2, ligne 40; figure unique*	1	
A	FR-A-2 454 628 (PHILIPS)		
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 2)
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 16-03-1983	Examineur VAN WEEL E.J.G.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)